

Parte III.

EJEMPLOS DE APLICACION

Parte III. EJEMPLOS DE APLICACION

(1) HOSPITAL DE LA CIUDAD DE NAMIOKA

1. Introducción

En este capítulo, se considera un edificio dañado por el sismo del mar de Japón, ocurrido en 1983, como ejemplo de aplicación de la Norma de Evaluación del Nivel de Daño. Además, se presentan los resultados de la evaluación inmediata de emergencia del nivel de seguridad, así como de la evaluación de la clasificación y nivel de daño. También se presentan los resultados de la evaluación para rehabilitación inmediata de emergencia, y los resultados de la evaluación para la rehabilitación definitiva. En el año de la ocurrencia del sismo, todavía no existía ninguna guía de técnicas de refuerzo y rehabilitación, por lo tanto, este ejemplo en ocasiones no coincide perfectamente con la guía presentada en este texto. Sin embargo, se ha modificado en lo posible para recerse como materia de consulta.

2. Descripción del sismo

El 26 de mayo de 1983 ocurrió el sismo del mar de Japón ($M=7.7$) cuyo epicentro se localizó aproximadamente 100 km de la costa de Noshiro. Producto del sismo se dañó severamente el hospital general de la ciudad de Namioka, situado en la ciudad del mismo nombre, en la prefectura de Aomori (aproximadamente a 150 km del epicentro). Este sismo presentó la mayor magnitud de los sismos registrados a la fecha en la costa del mar de Japón, y se caracteriza por la larga duración del evento principal, 60 segundos. Se supone que la intensidad del sismo en la ciudad fue superior al grado V en la escala de la Agencia Meteorológica del Japón. Abajo se presenta un resumen de las características más importantes del sismo, y en la figura 1 se muestra el mapa de intensidades.

Evento principal

Nombre:	sismo del mar de Japón, 1983
Fecha:	12 00 h, 26 de mayo, 1983
Magnitud:	$M=7.7$
Epicentro:	longitud este $138^{\circ}54'$, latitud norte $40^{\circ}24'$, 0 - 10 km de profundidad
Duración:	aproximadamente 60 segundos

Aceleración calculada en la superficie de sitios de interés: aproximadamente 200 cm/s^2 de aceleración máxima

Máxima réplica del evento principal

Fecha:	15 25h, 21 de junio, 1983
Epicentro:	longitud Este $139^{\circ}09'$, latitud Norte $41^{\circ}16'$
Magnitud:	$M=7.0$

Fuente de datos del sismo
 (Agencia Meteorológica del Japón)
 Fecha y hora :
 26 de Mayo, 1983. 11:59-57.5
 Epicentro. Latitud norte 40° 21'
 Longitud este 139° 05'
 Profundidad 14 km
 Magnitud: 7.7

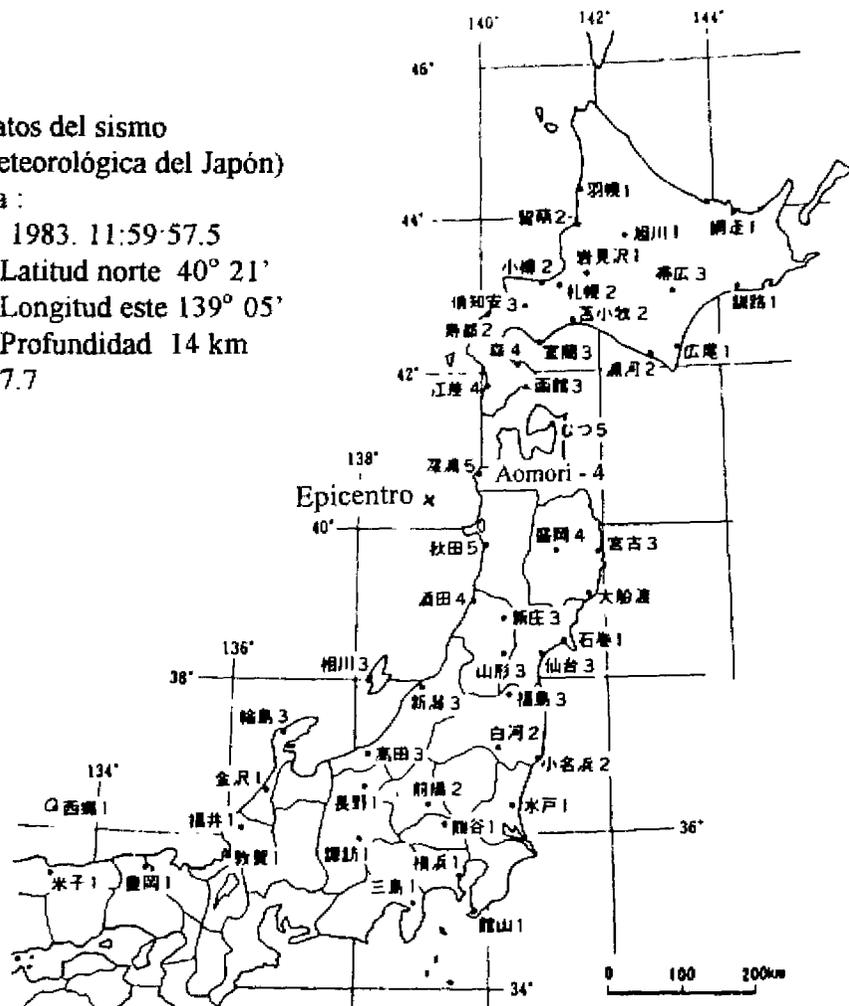


Figura 1. Intensidad en cada región

3. Descripción del edificio y del daño

3.1 Descripción del edificio

La construcción del edificio se inició en 1968, terminándose en 1970; por lo tanto, la estructura no sufrió los efectos del sismo de Tokachi-oki en 1968. La planta del conjunto de edificios es rectangular, contando con una estructura de cinco pisos que sirve como pabellón hospitalario, y otras estructuras de uno y dos pisos, conformando la sección de consulta de enfermos no hospitalizados. El daño grave se concentró en el edificio de cinco pisos. Por eso, se tomará como ejemplo de aplicación solamente la parte del pabellón. En la figura 2, se muestra la planta del segundo piso que sufrió la mayor concentración de daño, y en la figura 3 se muestra la elevación del lado sur. Abajo se presenta una descripción resumida del edificio.

a. Localización: No.180, Ooaza Namioka Azahirano, Namioka-chou, Minamu Tsugaru-gun, Prefectura de Aomori

b. Uso: hospital general (sótano; cocina, sala de máquinas, planta baja y primer piso, consultorio, farmacia, sala de análisis, sala de operaciones, etc. Segundo a cuarto piso; sala de hospital, cuarto de enfermeras, etc.)

c. Dimensión y distribución: sótano, cinco pisos, dos “pent-houses”. Área de construcción 2,132 m²; superficie total: 5,681 m², altura del cuerpo principal: 18.62 m, altura máxima: 25.35 m (incluyendo “pent-house”)

d. Estructura. concreto reforzado

e. Cimentación y suelo: cimentación de pilotes hincados a golpes. Pilotes de concreto reforzado con diámetro de 300 mm y longitud de 10 m (en toda la superficie excepto cubo de servicios), y, pilotes con diámetro de 350 mm y longitud de 6 m (en la parte de cubo de servicios). El lecho de la capa dura o suelo de apoyo, ubicado a una profundidad superior a 10 m abajo del nivel del terreno, es de ceniza volcánica sedimentaria con un número de golpes igual o superior a 50 (prueba de penetración estándar)

f. Material principal: concreto normal $f'_c=210$ kg/cm². Acero de refuerzo SD35 (D13-D25, equivalente a No. 4 a No. 8) y SR24, con esfuerzo de fluencia de 3500 y 2400 kg/cm², respectivamente.

g. Forma del edificio y características de marcos estructurales:

1) El conjunto de edificios forma una planta rectangular, en cuyo lado Norte existe una estructura que tiene un sótano, cinco pisos y dos “pent-houses”; en el lado Este existe una estructura de dos pisos; y los extremos Sur y Oeste son estructuras de una sola planta. En resumen, el conjunto se compone de una parte de cinco niveles, y las partes restantes de baja altura. La parte de altura baja es una construcción de ampliación.

2) La dirección larga de la parte de la estructura de cinco niveles, tiene cinco claros de 8.25 m y un claro de 3 m. En la dirección corta la estructura tiene dos claros de 6 m y un pasillo central de un claro de 3 m.

3) En los marcos exteriores (marco G y J) de la dirección larga de la estructura de cinco niveles, existen parapetos de 900 mm de altura. Por lo tanto, la relación de altura libre de columna a peralte es igual a 3.0 para las columnas de estos marcos exteriores y 4.5 para las columnas de los marcos interiores.

4) En los niveles 3 a 5 de la dirección corta, existen muros de concreto reforzado entre las salas del hospital; sin embargo, estos muros desaparecen en los niveles 1 y 2, observándose así una continuidad insuficiente de rigideces entre niveles con la altura del edificio.

5) En el azotea, en la esquina Noroeste, existe una chimenea de concreto reforzado de 7 m de altura, y un “pent-house” de dos pisos (altura total 6.7 m, con un tanque para almacenamiento de agua en la parte superior del nivel 2) que se localiza un poco hacia el Este

del centro de masas de la estructura. Además, existen parapetos de 1.4 m de altura en los marcos exteriores de la dirección corta.

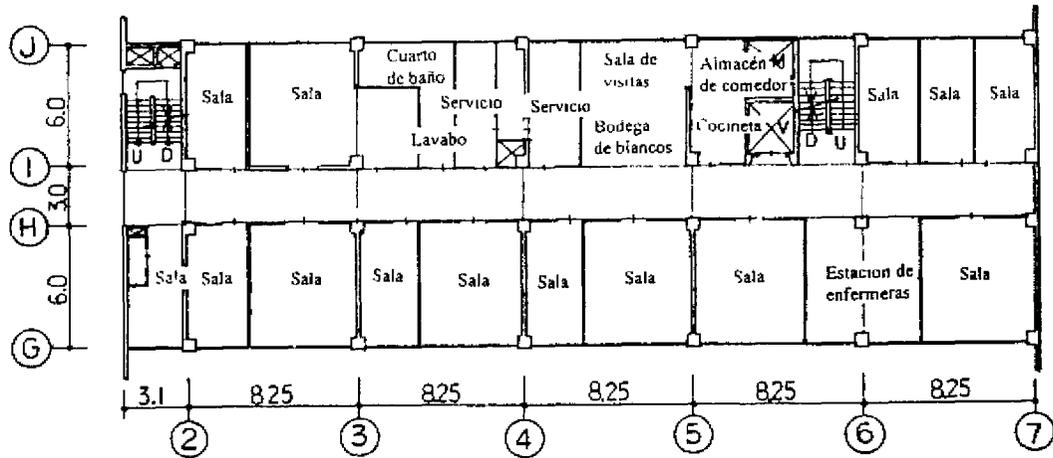


Figura 2. Planta del tercer nivel (Distribución de salas en el edificio de 5 niveles)

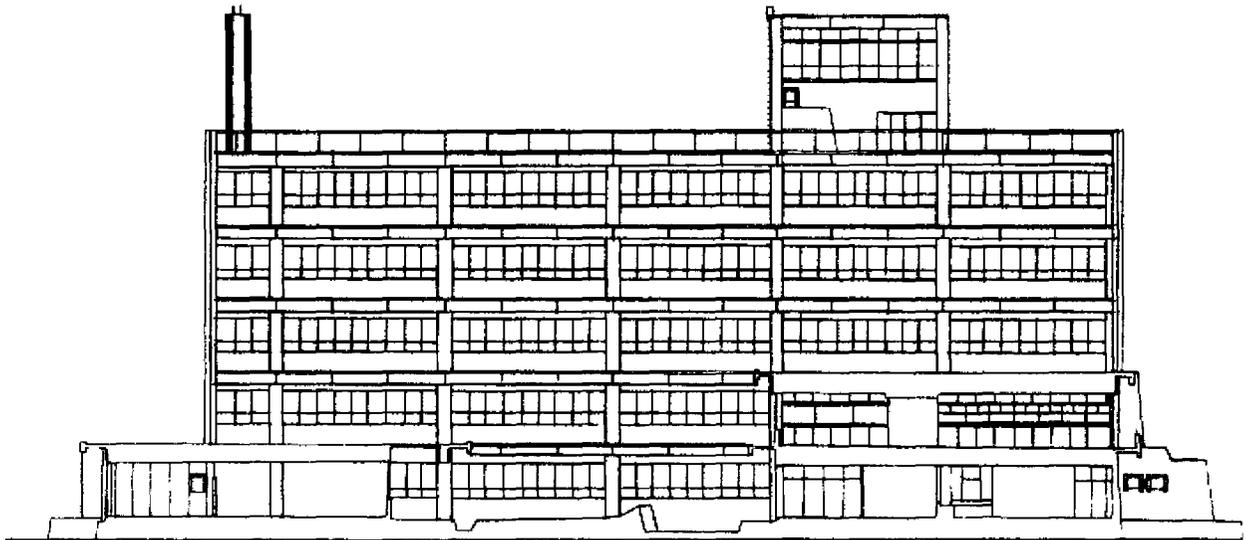


Figura 3. Elevación sur

3.2 Descripción del daño

Los tres edificios de uno y dos pisos, que componen el complejo junto con el edificio de cinco niveles, afectaron por su gran rigidez a este último, generando un gran daño en los niveles intermedios 3 y 4; presentando configuraciones y patrones de daño especial. Se puede resumir el estado de daños principales según los pisos y las direcciones como sigue. Con respecto a la estructura de cimentación, no se observó ningún daño, tampoco asentamientos del terreno o desplomo según la investigación detallada.

(1) Construcción total

a. Es más notable el daño en la dirección larga que en la dirección corta.

b. En general, se observa el daño grave en los niveles 3 y 4, presentándose daño medio en el nivel 5. En el nivel 2 el daño es menor y el daño en el nivel 1 y sótano es ligero.

c. Se cayeron una gran cantidad de vidrios de ventana. El tanque de agua en el "pent-house" sufrió daño. El elevador fue severamente dañado quedando inservible. Se inclinaron la chimenea de concreto reforzado en la azotea (fotografía 1) y los parapetos de la azotea en la dirección corta. A pesar de estos daños, no hubo pérdida de vidas, ni heridos.

(2) Dirección larga

a. Muchas de las columnas con parapeto ligado de los marcos exteriores (marcos G y J) de los niveles 3 a 5 fallaron por cortante, especialmente en los niveles 3 y 4. Algunas columnas del nivel 3, que tenían una gran cantidad de refuerzo longitudinal, fallaron por adherencia. En las fotografías 2 y 3, se muestran los estados del daño típico de las columnas.

b. Los muros de los niveles 2 a 5, que existen parcialmente y no presentan distribución uniforme, se agrietaron o fallaron por cortante (fotografía 4). El daño en muros es más notable en el nivel 3 que en el nivel 5, lo que coincide con el daño de las columnas. No se observa ningún daño en el nivel 1 y en el sótano.

(3) Dirección corta

a. Las columnas de los niveles arriba del tercero, no sufrieron daño. Pero en los niveles 3 y 1, las columnas con parapeto ligado de los ejes 5 y 7 se agrietaron diagonalmente.

b. Aunque se agrietaron diagonalmente los muros de los niveles superiores al 2, no hubo daño notable. No se observa ningún daño en el sótano.

c. En la frontera del edificio de 5 niveles con los edificios aledaños, que por diseño se consideraba como junta de comportamiento monolítico, por diferencia en los tiempos de colado y el comportamiento dispar de las estructuras, se presentó separación máxima de 2 cm entre los cuerpos.

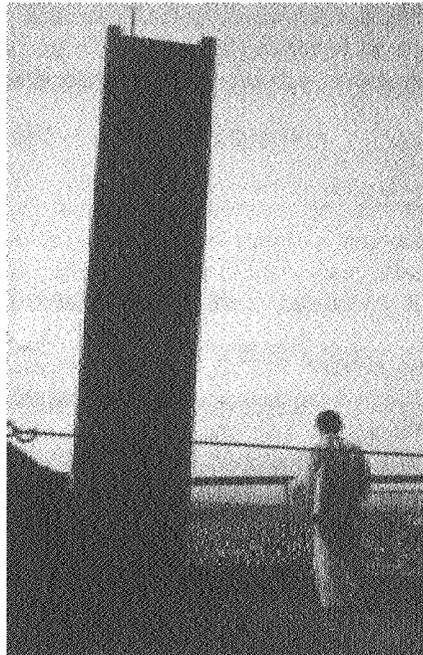
d. Una viga de claro de cortante pequeño, ubicada en la parte inferior del pent-house., falló por cortante debido a concentración de esfuerzos.

(4) Otros daños

a. No hubo gran daño en traveses y losas; sin embargo, la losa de escalera presentó falla parcial.

b. Con respecto a equipos médicos, se volcó el equipo de radiografía y sufrieron daño los estantes para jeringas, frascos y destiladores.

Se investigó el nivel de daños para cada columna y muro, y se midió anchura de agrietamientos. También, se investigó la correlación entre agrietamientos de recubrimientos y agrietamientos del concreto en los elementos estructurales.



Fotografía 1. Inclinación o desplomo de la chimenea de azotea



Fotografía 2. Daño en columna con parapeto ligado (Nivel de daño IV)



Fotografía 3. Daño en columna con parapeto ligado (Nivel de daño V)